

14/9/2

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rights reserved.

014301117 **Image available**

WPI Acc No: 2002-121821/200216

XRPX Acc No: N02-091439

Diagnosis method for IC engine exhaust gas cleaning system by evaluating oscillation signal at lambda probe positioned after catalyser when surface area of oscillation signal at lambda probe in front of catalyser is increased

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI); ROESEL G (ROES-I); ZHANG H (ZHAN-I)

Inventor: ROESEL G; ZHANG H

Number of Countries: 022 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
WO 200177503	A1	20011018	WO 2001DE1395	A	20010410	200216 B
DE 10017931	A1	20011206	DE 10017931	A	20000411	200216
EP 1272746	A1	20030108	EP 2001940137	A	20010410	200311
			WO 2001DE1395	A	20010410	
KR 2002087131	A	20021121	KR 2002713547	A	20021009	200320
US 20030221415	A1	20031204	WO 2001DE1395	A	20010410	200380
			US 2002257491	A	20021009	
US 6799419	B2	20041005	WO 2001DE1395	A	20010410	200465
			US 2002257491	A	20021009	

Priority Applications (No Type Date): DE 10017931 A 20000411

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

WO 200177503 A1 G 27 F01N-011/00

Designated States (National): KR US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU
MC NL PT SE TR

DE 10017931 A1 F01N-011/00

EP 1272746 A1 G F01N-011/00 Based on patent WO 200177503

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI
LU MC NL PT SE TR

KR 2002087131 A F01N-011/00

US 20030221415 A1 F01N-003/00

US 6799419 B2 F01N-003/00 Based on patent WO 200177503

Abstract (Basic): WO 200177503 A1

NOVELTY - The diagnosis method has the 3-way catalyser (6) inserted in the exhaust gas line (4) subjected to a specific oxygen load which is greater than the normal operating load by increasing the surface area of the oscillation signal at the lambda probe (5) in front of the catalyser, with evaluation of the corresponding oscillation signal at the lambda probe (7) positioned after the catalyser.

USE - For an IC engine exhaust gas cleaning system provided with a 3-way catalyser.

ADVANTAGE - Allows differentiation between failure of the lambda probe in front of the catalyser and failure of the catalyser itself.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a schematic representation of an IC engine with a catalytic exhaust gas cleaning system.

Exhaust gas line (4)

Lambda probe in front of catalyser (5)

Catalyser (6)

Lambda probe after catalyser (7)

pp; 27 DwgNo 1/4

Title Terms: DIAGNOSE; METHOD; IC; ENGINE; EXHAUST; GAS; CLEAN; SYSTEM;
EVALUATE; OSCILLATING; SIGNAL; LAMBDA; PROBE; POSITION; AFTER; CATALYST;
SURFACE; AREA; OSCILLATING; SIGNAL; LAMBDA; PROBE; FRONT; CATALYST;
INCREASE

Derwent Class: Q51; Q52

International Patent Class (Main): F01N-003/00; F01N-011/00

International Patent Class (Additional): F01N-007/00; F02D-041/02

File Segment: EngPI

2002 P 77888



B2

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 17 931 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
F 01 N 11/00

⑲ Aktenzeichen: 100 17 931.2
⑳ Anmeldetag: 11. 4. 2000
㉑ Offenlegungstag: 6. 12. 2001

DE 100 17 931 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

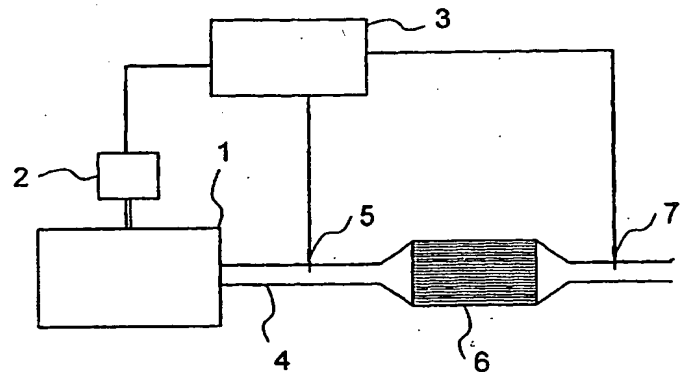
⑦② Erfinder:
Zhang, Hong, Dr., 93105 Tegernheim, DE; Rösel,
Gerd, Dr., 93057 Regensburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Diagnose einer Abgasreinigungsanlage einer lambdageregelten Brennkraftmaschine

⑤⑦ Zur Diagnose einer Abgasreinigungsanlage einer Lambda-geregelten Brennkraftmaschine (1) wird der Katalysator (6) einer gewissen Sauerstoffbelastung ausgesetzt, die größer ist als die normale Betriebsbelastung. Dieses wird dadurch erreicht, indem die von der Schwingung des Sondensignals der Vorkat-Lambdasonde (5) eingeschlossene Fläche entsprechend eines Sollwertes vergrößert wird. Durch Auswertung der Schwingung des Signals der Nachkat-Lambdasonde (7) kann die Abgasreinigungsanlage überprüft werden. Ergibt diese Diagnose eine Fehlfunktion der Abgasreinigungsanlage ohne daß die Fläche der Schwingung des Sondensignals der Vorkat-Lambdasonde (5) auf oder über einen Sollwert vergrößert werden müßte, ist die Vorkat-Lambdasonde (5) defekt, ansonsten kann auf ein Katalysatorenversagen geschlossen werden.



DE 100 17 931 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose einer Abgasreinigungsanlage im Abgastrakt einer lambdaregerten Brennkraftmaschine mit einem 3-Wege-Katalysator, einer dem Katalysator vorgeschalteten binären Vorkat-Lambdasonde und einer dem Katalysator nachgeschalteten Nachkat-Lambdasonde.

[0002] Bei einer Abgasreinigungsanlage mit zwei Lambdasonden wird eine Vorkat-Lambdasonde stromauf des Katalysators als Meßsonde verwendet. Eine Nachkat-Lambdasonde stromab des Katalysators dient als Monitorsonde dazu, eine Veränderung der statischen oder dynamischen Eigenschaften der Vorkat-Lambdasonde, die zu einer Emissionserhöhung führen würde, zu überwachen und auszugleichen. Üblicherweise haben beide Lambdasonden Zweipunktverhalten, und ihr abgegebenes Spannungssignal ist abhängig von dem im Abgas enthaltenen Sauerstoffanteil. Der Sauerstoffanteil im Abgas wiederum hängt vom Gemisch ab, das der Brennkraftmaschine zugeführt wurde. Bei magerem Gemisch ($\text{Lambda} > 1$) beträgt die Ausgangsspannung einer binären Lambdasonde üblicherweise unter 100 mV, ändert sich im Bereich $\text{Lambda} = 1$ fast sprunghaft und erreicht bei fettem Gemisch ($\text{Lambda} < 1$) über 0,7 V; dies wird als Zweipunktverhalten bezeichnet.

[0003] Die dynamischen und statischen Eigenschaften der Vorkat-Lambdasonde werden durch Sondenalterung und Vergiftung verändert. Dadurch wird die Regellage der Lambdaregelung verschoben. Zum Beispiel kann eine Phosphorvergiftung zu einer unsymmetrischen Veränderung der Sondenansprechzeit und somit zu einer Magerverschiebung der Sondenregelung aus dem optimalen Lambdabereiches für die katalytische Umwandlung heraus führen. Dadurch kann z. B. die NO_x -Emission über eine erlaubte Grenze steigen. Die Nachkat-Lambdasonde wird als Monitorsonde zur Überwachung der katalytischen Umwandlung eingesetzt und für die Feinregulierung des Gemisches verwendet, um den für die Konvertierung günstigsten Lambdawert immer einhalten zu können. Dabei nützt man aus, daß das Zweipunktverhalten der Nachkat-Lambdasonde durch die auch dämpfend wirkende Konvertierungsfähigkeit des Katalysators in einem stark begrenzten Lambda-Bereich annähernd in ein lineares Verhalten übergeht. Dieses üblicherweise als Trimm- oder Führungsregelung bezeichnete Verfahren ist beispielsweise aus der DE 35 00 594 C2 bekannt.

[0004] Im Stand der Technik sind vielfältige Verfahren zur Diagnose oder Überprüfung eines Katalysators bekannt, beispielsweise aus DE 41 28 823 A1, die das Sauerstoffspeichervermögen eines 3-Wege-Katalysators bestimmt, indem die Zeitdauer erfaßt wird, die zum Leeren oder Füllen des Katalysators mit Sauerstoff nötig wird, und aus dieser Zeitdauer die Sauerstoffmenge berechnet wird. Für dieses Verfahren ist vor dem Katalysator eine Lambda-Sonde mit Breitbandverhalten, d. h. deren Signal sich proportional zum Lambdawert ändert, unabdingbar.

[0005] Die bekannten Verfahren haben jedoch den Nachteil, daß bei einer defekten Vorkat-Lambdasonde oftmals ein defekter Katalysator diagnostiziert wird, obwohl noch keine unzulässigen Emissionen ausgestoßen werden. Eine Unterscheidung zwischen Katalysatordefekt und Vorkat-Lambdasondenversagen ist nach dem Stand der Technik nicht möglich. Darüber hinaus führt die große Sauerstoff-Be-/Entladung, die nach dem Stand der Technik zur Diagnose nötig ist, oftmals auch zu einer unerwünschten Schadstoffemission, da der Katalysator dann nicht mehr in seinem optimalen Bereich betrieben wird.

[0006] Schließlich sind Breitband-Lambdasonden relativ teuer. Verfahren die auf günstigeren, binären Lambdason-

den, d. h. Lambdasonden mit Zweipunktverhalten, aufsetzen, sind bislang hinsichtlich ihrer Diagnosefähigkeit jedoch nicht vergleichbar.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Diagnose einer Abgasreinigungsanlage einer lambdaregerten Brennkraftmaschine anzugeben, das nicht zwingend den Einsatz einer binären Lambdasonde benötigt und eine Unterscheidung zwischen einem Defekt der Vorkat-Lambdasonde und einem Katalysatorversagen ermöglicht.

[0008] Diese Aufgabe wird durch den Anspruch 1 gelöst.

[0009] Zur Diagnose der Abgasreinigungsanlage wird die Sauerstoffspeicherkapazität des Katalysators herangezogen, die ein Maß für dessen Konvertierungsverhalten ist. Dabei wird der Katalysator einer Belastung unterzogen, die durch Oszillation des Kraftstoff-Luftverhältnisses um den stöchiometrischen Punkt herum hervorgerufen wird und die größer als die bei normaler binärer Lambdaregelung auftretende Betriebsbelastung ist. Allerdings wird eine gewisse maximale Katalysatorbelastung nicht überschritten. Die Belastung wird durch Beeinflussung der Schwingung des Kraftstoff-Luftverhältnisses und damit des Signals der Vorkat-Lambdasonde vorgegeben. Zur Diagnose wird das Schwingungsverhalten des Signals der Nachkat-Lambdasonde ausgewertet. Je nach Sauerstoffspeicherkapazität des Katalysators wird die wechselnde Belastung mehr oder weniger gut im Katalysator adsorbiert. Die Schwingung des Signals der Nachkat-Lambdasonde ist also abhängig von der Sauerstoffspeicherkapazität des Katalysators unterschiedlich groß. Durch Messungen an einem Katalysator, der gerade nicht mehr die vorgegebene Sauerstoffspeicherkapazität, mithin die Sollkonvertierungsfähigkeiten hat, kann man einen Sollbereich für das Schwingungsverhalten des Signals der Nachkat-Lambdasonde bestimmen. Ein solcher Katalysator wird üblicherweise als Grenz-Katalysator bezeichnet.

[0010] Ist die Schwingung stärker, d. h. sind Amplitude oder eingeschlossene Fläche größer, ist der diagnostizierte Katalysator schlechter als der Grenz-Katalysator.

[0011] In einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens wird die Beladung des Katalysators dadurch eingestellt, daß die Oszillation des Kraftstoff-Luftverhältnisses so gesteuert wird, daß die Schwingung des Signals der Vorkat-Lambdasonde eine gewisse Mindestfläche einschließt. Die dabei in einer Halbperiode der Schwingung in den Katalysator eingetragene Sauerstoffmasse m_{O_2} kann man nach folgender Gleichung berechnen:

$$m_{O_2} = 21\% (\text{Lambda} - 1) / \text{Lambda MAF } T_{1/2},$$

wobei MAF der angesaugte Frischgasmassenstrom ist. m_{O_2} ist die Sauerstoffmasse, die dem Katalysator während der Halbperiode der Lambdaregelung zugeführt wird, in der das Gemisch mager ist. Durch Variation der Halbperiodendauer $T_{1/2}$ kann man also die Katalysatorbelastung, d. h. die in den Katalysator eingetragene Sauerstoffmenge einstellen. Durch entsprechende Variation der anderen (fetten) Halbperiodendauer kann man die Katalysatorbelastung variieren und dennoch das Gemisch im Mittel stöchiometrisch halten. Die Begriffe "Beladung" und "Belastung" werden deshalb austauschbar verwendet.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird bei einer binären Lambdaregelung die P-Sprung-Verzögerungszeit eingestellt, wodurch sich $T_{1/2}$ ändert. Um sicherzustellen, daß die Brennkraftmaschine dennoch in Mittel mit stöchiometrischen Gemisch versorgt wird, muß man die P-Sprung-Verzögerungszeit sowohl für den Sprung von mager nach fett als auch für den Sprung von fett nach mager gleichsinnig variieren. Die derart vorgegebene Kata-

lysatorbelastung kann man dabei an den zu überprüfenden Emissionsgrenzwerten orientieren.

[0013] Die Vorgabe der Beladung hat den Vorteil, daß sie wesentlich unempfindlicher gegenüber Last-Drehzahl-Variationen ist, als bekannte Verfahren. Insbesondere bei geringen Lasten oder Drehzahlen ist immer noch eine gute Diagnose des Katalysators möglich.

[0014] Die Trimmregelung wirkt ebenfalls auf die P-Sprung-Verzögerungszeit, jedoch nur auf die Verzögerungszeit für einen Sprung, entweder von mager nach fett oder von fett nach mager. Durch diese ungleichsinnige oder einseitige Veränderung der P-Sprung-Verzögerungszeit, gleicht die Trimmregelung altersbedingte Veränderungen der Vorkat-Lambdasonde aus. Solche Veränderungen führen in der Regel zu einer Verschiebung des $\Lambda = 1$ Arbeitspunktes der Sonde.

[0015] Stellt man fest, daß sich eine oder beide Halbperiodendauern nicht wie gewünscht vergrößern lassen, da die zulässige P-Sprung-Verzögerungszeit entweder für den mager nach fett Sprung oder für den fett nach mager Sprung überschritten würde, und die Diagnose durch die Überwachung des Signals der Nachkat-Lambdasonde wegen einer unzulässigen Schwingung des Signals der Nachkat-Lambdasonde dennoch eine fehlerhafte Abgasreinigungsanlage anzeigt, so ist die Vorkat-Lambdasonde defekt. In einem solchen Fall hat die Trimmregelung bis zum maximal zulässigen Maß einen Fehler der Vorkat-Lambdasonde ausgeglichen. Die unzulässige Schwingung des Signals der Nachkat-Lambdasonde bei der Diagnose der Abgasreinigungsanlage ist dann deshalb aller Wahrscheinlichkeit nach auf eine defekte Vorkat-Lambdasonde zurückzuführen.

[0016] Die Auswertung des Signals der Nachkat-Lambdasonde erfolgt vorzugsweise dadurch, daß die von der Schwingung dieses Signals eingeschlossene Fläche bestimmt wird. Maßgeblich für das Sollverhalten der Schwingung ist die von der Oszillation des Kraftstoff-Luftverhältnisses und mithin von der Schwingung des Signals der Vorkat-Lambdasonde vorgegebene Periode. Deshalb kann die Fläche, die von der Schwingung des Signals der Nachkat-Lambdasonde eingeschlossen wird, besonders einfach dadurch ermittelt werden, indem über eine Periode der Schwingung des Signals der Vorkat-Lambdasonde der Betrag der Abweichung vom Mittelwert des Signals der Nachkat-Lambdasonde aufintegriert oder -summiert wird. Durch diese periodensynchrone Integration entfällt die Periodenbestimmung am Signal der Nachkat-Lambdasonde.

[0017] Aus diesem die Fläche beschreibenden Integral bzw. Summe kann man einen die Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators kennzeichnenden Wert gewinnen. Es ist möglich diesen Wert mit Betriebsparameter wie Drehzahl und Last noch weiter zu einer Emissionszahl zu wichten, so daß die Diagnose abhängig von der Überschreitung eines Emissionsgrenzwertes gemacht werden kann.

[0018] Weiter wird man vorzugsweise die Diagnose dann aussetzen, wenn die Lambdaregelung eine gewisse Regelabweichung zeigt. In einem solchen Fall würde beispielsweise eine Belastung durch Variation der P-Sprung-Verzögerungszeit eine unzulässige Emissionserhöhung bewirken.

[0019] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0020] Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der Zeichnung näher beschrieben. Die Zeichnung zeigt:

[0021] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

[0022] Fig. 2 ein Blockschaltbild eines schematisierten Verfahrensablaufes,

[0023] Fig. 3 Zeitreihen der Signale der Vorkat-Lambdasonde und der Nachkat-Lambdasonde und

[0024] Fig. 4 die Auftragung eines Diagnosewertes über der gespeicherten Sauerstoffmenge für zwei verschiedene Katalysatoren.

[0025] In Fig. 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 mit einem Kraftstoffzufuhrsystem 2 und einem Steuergerät 3 dargestellt. Das Kraftstoffzufuhrsystem 2 wird über nicht näher bezeichnete Leitungen vom Steuergerät 3 angesteuert und sorgt für die Kraftstoffzuteilung der Brennkraftmaschine 1. In deren Abgastrakt 4 befindet sich ein lambdageregelter Katalysator 6. Zum Durchführen der Lambdaregelung ist stromauf des Katalysators 6 eine Vorkat-Lambdasonde 5 und stromab des Katalysators eine Nachkat-Lambdasonde 7 zum Messen des Lambdawertes vorgesehen. Beide Lambdasonden haben Zweipunktverhalten und liefern ihre Meßwerte über nicht näher bezeichnete Leitungen an das Steuergerät 3. Es werden dem Steuergerät 3 noch die Werte weiterer Sensoren, insbesondere der Drehzahl, der Last, der Katalysatortemperatur usw. zugeführt. Mit Hilfe dieser Werte steuert das Steuergerät 3 den Betrieb der Brennkraftmaschine 1.

[0026] Im Betrieb der Brennkraftmaschine 1 erfolgt die Steuerung der katalytischen Abgasbehandlung im Abgastrakt 4 mit Hilfe des Katalysators 6 wie folgt: Die Kraftstoffzufuhr im Kraftstoffzufuhrsystem 2 wird so gesteuert, daß das Signal der Vorkat-Lambdasonde 5 eine Schwingung um $\Lambda = 1$ ausführt. Bei einer normalen, voll funktionsfähigen Lambdasonde entspricht ein Spannungspegel von 450 mV dem Wert $\Lambda = 1$. Das Signal der Vorkat-Lambdasonde 5 schwingt um diesen Wert, so daß der Katalysator 6 im Mittel Abgas mit dem Wert $\Lambda = 1$ zugeführt bekommt.

[0027] Die Nachkat-Lambdasonde 7 mißt den Lambdawert im behandelten Abgas stromab des Katalysators 6. Ihr Meßwert wird vom Steuergerät 3 dazu verwendet, eine Trimmregelung zu bewerkstelligen. D. h. der Meßwert der Nachkat-Lambdasonde 7 wird dazu verwendet, den Mittelwert der Schwingung der Vorkat-Lambdasonde 5 feinzusteuern. Durch diese Trimmregelung mit Hilfe der Nachkat-Lambdasonde 7 kann eine Langzeitdrift der Vorkat-Lambdasonde 5 ausgeglichen werden. Verschiebt sich der dem Wert $\Lambda = 1$ entsprechende Signalpegel der Vorkat-Lambdasonde 5, führt das nicht zu einer Verschlechterung der Abgasbehandlung im Katalysator 6, da die Trimmregelung mit Hilfe der Nachkat-Lambdasonde 7 diese Verschiebung mißt und das Steuergerät 3 dazu veranlaßt, sie auszugleichen. Dies geschieht dadurch, daß die P-Sprung-Verzögerungszeit der Lambdaregelung einseitig verändert wird. Das Signal Vorkat-Lambdasonde zeigt somit eine asymmetrische Schwingung, deren magere Halbperiode sich in ihrer Dauer von der fetten Halbperiode unterscheidet. Da damit aber nur ein geändertes Ansprechverhalten der Vorkat-Lambdasonde 5 ausgeglichen wird, ist die Oszillation des Kraftstoff-Luftverhältnisses, mit dem die Brennkraftmaschine 1 über das Kraftstoffzufuhrsystem 2 versorgt wird, dennoch um $\Lambda = 1$ herum angeordnet.

[0028] Zur Diagnose der Abgasreinigungsanlage wird das in Fig. 2 als Blockschaltbild dargestellte Verfahren verwendet. Dabei bezeichnen die mit S beginnenden Bezugszeichen die jeweiligen Schritte der Verfahrens.

[0029] Im Schritt S1 wird zuerst die Fläche bestimmt, die die Schwingung des SONDENSIGNALS der Nachkat-Lambdasonde in der abgelaufenen Periode einschloß. Dies erfolgt auf Basis der Lambdaregelparameter, also betriebspunktabhängig. Dann wird ein Vergrößerungswert für die P-Sprung-Verzögerungszeit berechnet, mit dem die Fläche für die nächste Periode einen bestimmten, für die Diagnose der Ab-

Regelabweichung überschreitet.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Schwingung eines Signals eingeschlossene Fläche bestimmt wird, indem der Betrag der Abweichung vom Mittelwert der Schwingung über eine Periode der Schwingung der Vorkat-Lambdasonde integriert oder summiert wird

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

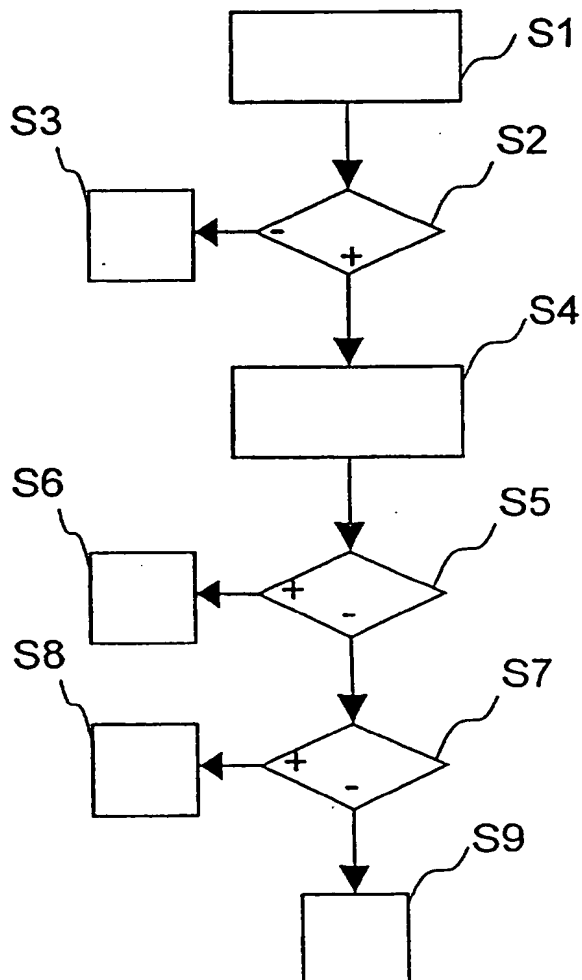
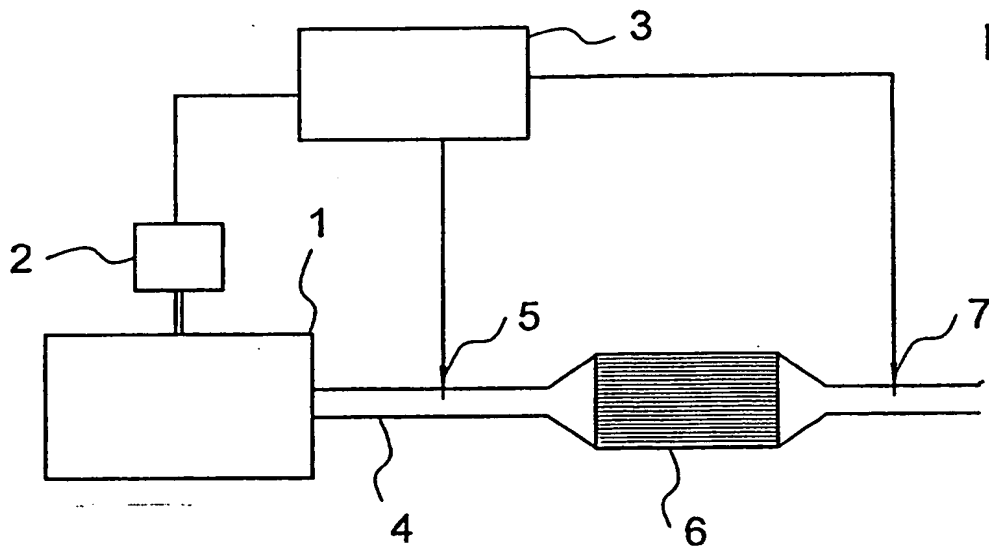
45

50

55

60

65



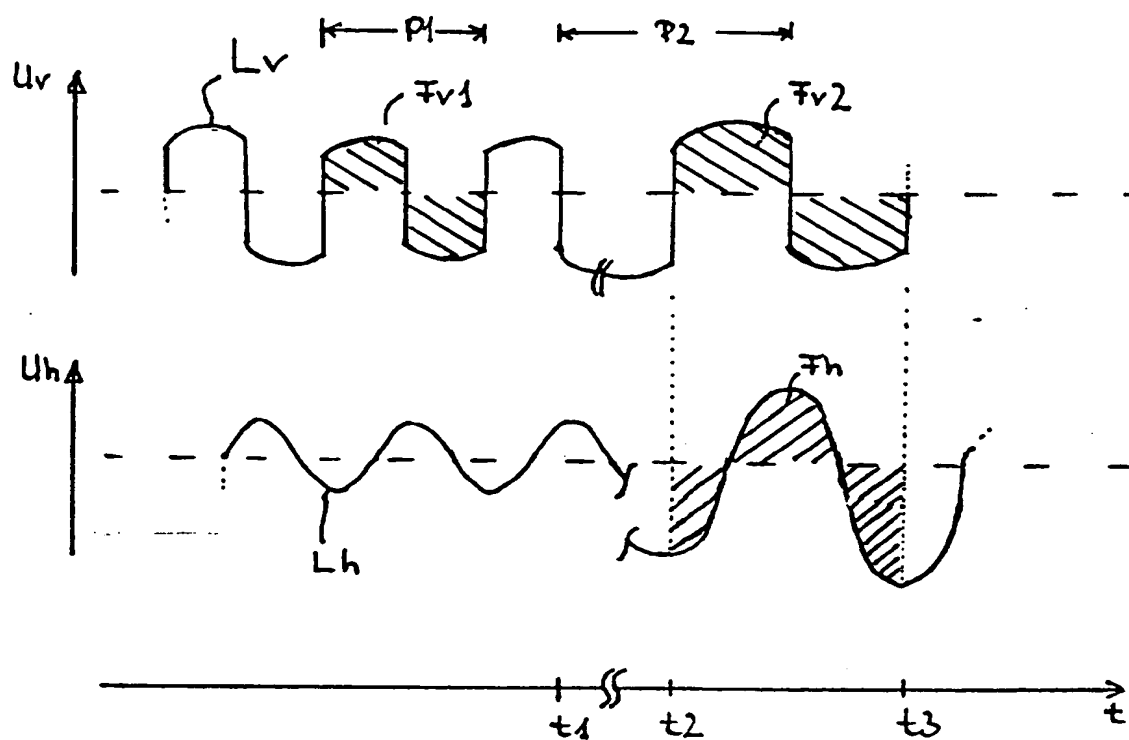


Fig. 3

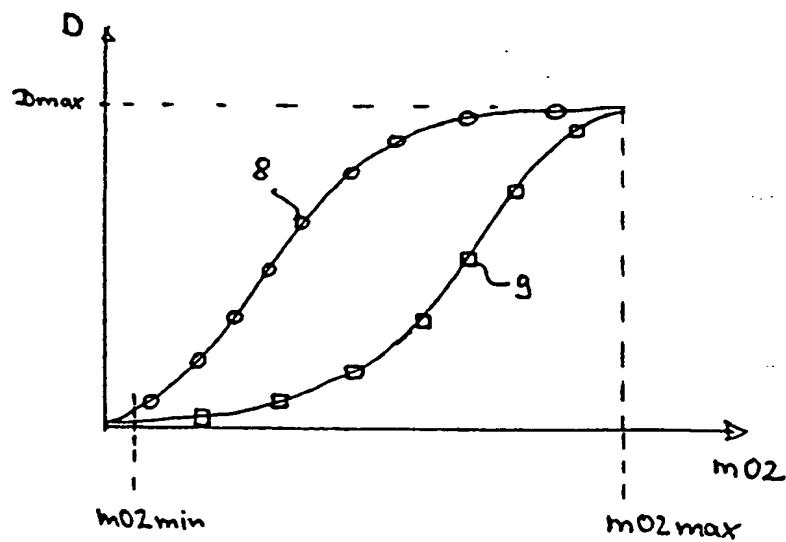


Fig. 4